

Databázový systém pre mikrovlnné merania

Šoltis Lukáš · Elektrotechnika, Študentské práce

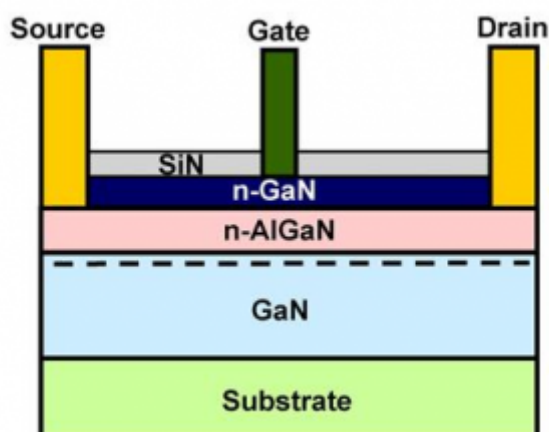
10.02.2012



Práca sa zaoberá vytvorením databázového systému pre prístup, spracovanie a uchovávanie údajov z mikrovlnných meraní HEMT tranzistora ako aj metódami zobrazenia závislostí jednotlivých veličín od zadaných parametrov.

1. Úvod

Tranzistor s vysokou pohyblivosťou elektrónov (HEMT), vytvorený na báze GaN predstavuje dôležitú súčiastku súčasnej elektroniky [1]. Jeho štruktúra je uvedená na Obr.1.



Obr. 1. Štruktúra tranzistora HEMT na báze GaN

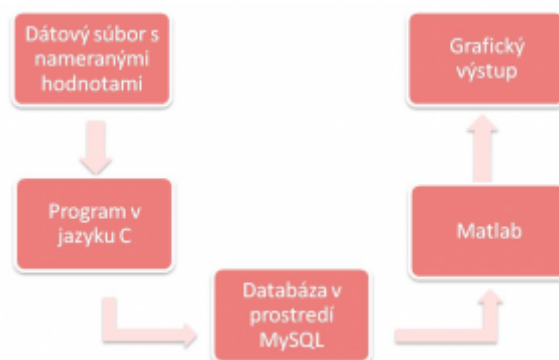
Na charakterizáciu vlastností tranzistorov vykonávame mikrovlnné merania, ktoré sú realizované automatizovaným meracím pracoviskom. Ich výstupom sú dátové súbory obsahujúce hodnoty S-parametrov a informácie o pracovnom bode. Pri veľkom počte týchto súborov sa ale vyskytuje niekoľko problémov súvisiacich s uchovávaním a používaním nameraných dát. Táto skutočnosť je dôvodom vytvorenia databázového systému pre archivovanie a manipuláciu s výsledkami mikrovlnných meraní.

Databáza ako nástroj poskytuje v tomto prípade jednoduchý a rýchly prístup k informáciám ako aj efektívny spôsob ich ukladania. Takýto spôsob práce s údajmi je samozrejme použiteľný nielen pri výsledkoch mikrovlnných meraní, ale aj pri iných druhoch informácií, ktoré je nutné pre naše potreby spracovať a uchovávať. V súčasnosti je práve databáza najpoužívanejším nástrojom pri práci. Pre potreby vizualizácie hodnôt S-parametrov je dnes na internete k dispozícii niekoľko voľne

širitelných nástrojov. Napríklad AppCAD, S-Parameter Explorer alebo SparamViewer. Tieto však nevyhovujú z hľadiska spracovania veľkého objemu informácií.

2. Návrh databázového systému

Štruktúra databázového systému pre spracovanie veľkého objemu údajov získaných z mikrovlnných meraní, ako aj pre manipuláciu a grafickú interpretáciu výsledkov je na Obr.2.



Obr. 2. Modelové riešenie problému

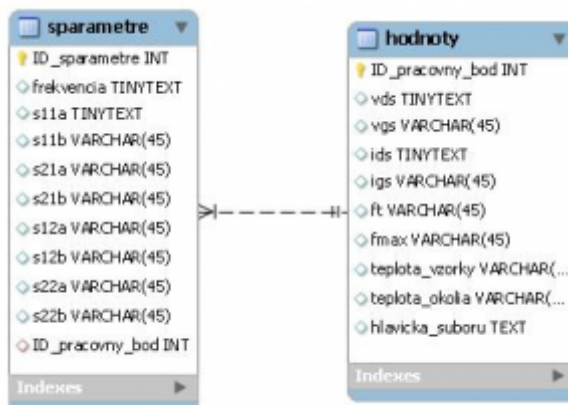
Tvorba databázového systému pozostáva z viacerých krokov. Prvotným vstupom, ktorý obsahuje všetky databázou požadované informácie sú dátové súbory vo formáte Touchstone [4], získané z mikrovlnných meraní v širokom frekvenčnom rozsahu pri rôznych pracovných podmienkach (napätie V_{DS} , prúd I_{DS} , teplota a.i.). Počet takýchto súborov môže dosahovať tisícky a ich objem jednotky gigabytov. Príklad takéhoto dátového súboru je na Obr.3.

#	MHz	S	DB	R	SO	S11:	S21:	S12:	S22:
50	15.4	100.2	10.2	173.5	-30.1	9.6	-13.4	57.2	
51	15.8	103.2	10.7	177.4	-33.1	9.6	-12.4	63.4	
52	15.9	105.5	11.2	179.1	-35.7	9.6	-14.4	66.9	
53	16.4	107.0	10.5	183.1	-36.6	9.6	-14.7	70.3	
54	16.6	109.3	10.6	187.8	-38.1	9.6	-15.3	71.4	

Obr. 3. Ukážka formátu Touchstone

Fyzikálny význam S-parametrov je nasledovný: S_{11} - dopredný koeficient odrazu (vstup), S_{12} - spätný prenosový koeficient, S_{21} - dopredný prenosový koeficient, S_{22} - spätný koeficient odrazu (výstup)

Všetky súbory S-parametrov sú spracované prostredníctvom programu, vytvoreného v jazyku C v rámci tejto práce. Jednotlivé údaje o pracovných podmienkach a ďalších informáciách uložených v komentári každého súboru, ako aj príslušné S-parametre sú extrahované zo súborov a uložené do databázy. Samotná databáza je vytvorená v prostredí MySQL [2] a pozostáva z dvoch tabuliek prepojených navzájom pomocou cudzieho kľúča. Ide konkrétne o vzťah 1:n.

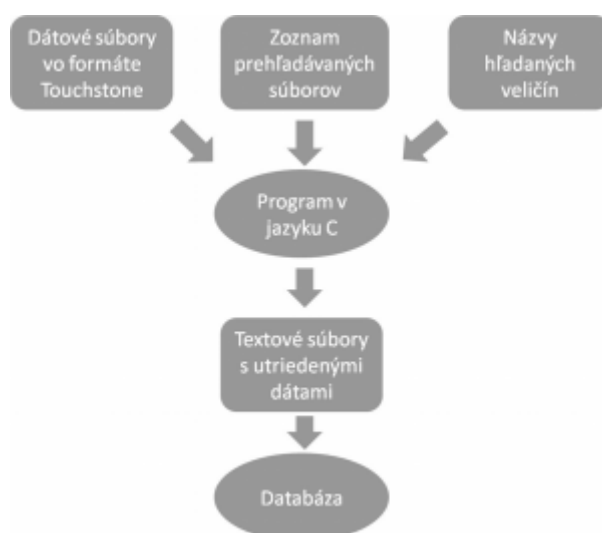


Obr. 4. Model štruktúry databázy

Vizualizácia závislostí jednotlivých veličín od zvolených parametrov je uskutočňovaná v prostredí Matlabu. Pri grafickom vyjadrení S-parametrov pomocou Smithovho diagramu je použitý súbor smith.m, ktorý je voľne prístupný na internete [3].

3. Popis programu na spracovanie dátových súborov

Program na spracovanie súborov vo formáte Touchstone je napísaný v jazyku C v prostredí MS Visual Studio. Jeho vstupom sú dva textové súbory. Prvý z nich obsahuje zoznam dátových súborov, ktoré majú byť prehľadávané. Druhý obsahuje názvy veličín, ktorých hodnoty program hľadá v každom dátovom súbore zo zoznamu. Nájdené hodnoty pre každú veličinu sú zapísané do samostatných textových súborov. Obsah týchto súborov program následne uloží do konkrétnej tabuľky v databáze. Diagram činnosti programu na spracovanie dát je uvedený v Obr.5.

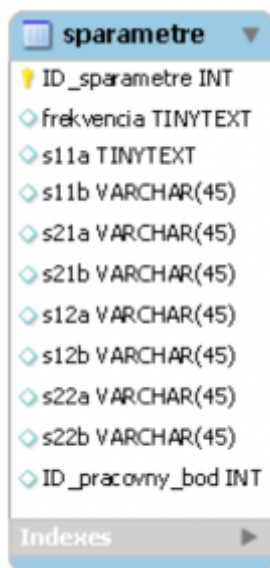


Obr. 5. Diagram činnosti programu na spracovanie dát

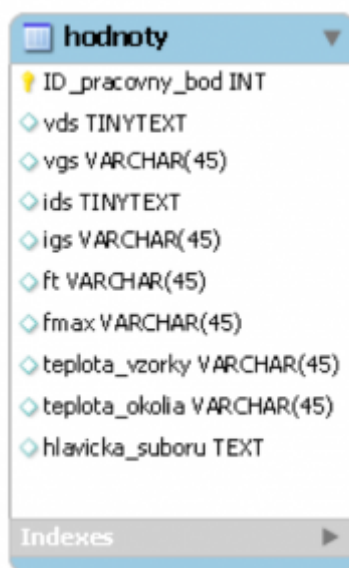
4. Popis databázy

Databáza pre mikrovlnné merania HEMT tranzistora je vytvorená na serveri MySQL. Tvoria ju dve navzájom prepojené tabuľky. Prvá z nich obsahuje stĺpce ID_sparametre, frekvencia, stĺpce S-parametrov a ID_pracovny_bod. Druhú tabuľku tvoria stĺpce: ID_pracovny_bod, V_{GS} , V_{DS} , I_{GS} , I_{DS} , F_T , F_{MAX} , teplota vzorky, teplota okolia, hlavicka. Vzájomné prepojenie týchto tabuliek je realizované pomocou hodnoty stĺpca

ID_pracovny_bod. Tento atribút je primárnym kľúčom tabuľky 2 a cudzím kľúčom v tabuľke 1. Tento vzťah je typu 1:n, keďže jednému záznamu v tabuľke hodnoty prislúcha viacero záznamov v tabuľke sparametre.



Obr. 6. Atribúty tabuľky sparametre



Obr. 7. Atribúty tabuľky hodnoty

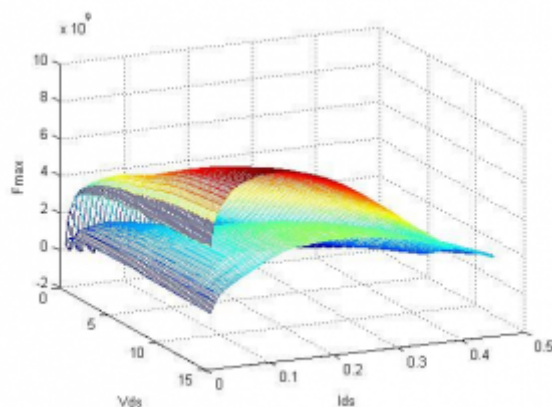
5. Grafický výstup

Pristupovanie k databáze je realizované pomocou datasource (prepojenia na databázu), ktorý bol vytvorený pre našu MySQL databázu. Na grafické zobrazenie závislostí pre veličiny z tabuľky hodnoty sú využité SQL príkazy v softvéri Matlab. Tento spôsob umožňuje jednoduchý prístup k databáze a načítavanie potrebných údajov, ktoré chceme vyniesť do grafu. Na zobrazenie hodnôt S-parametrov je použitý súbor smith.m v Matlabe. Príklad SQL príkazov na načítanie údajov z databázy, ktoré sú vynášané do grafu:

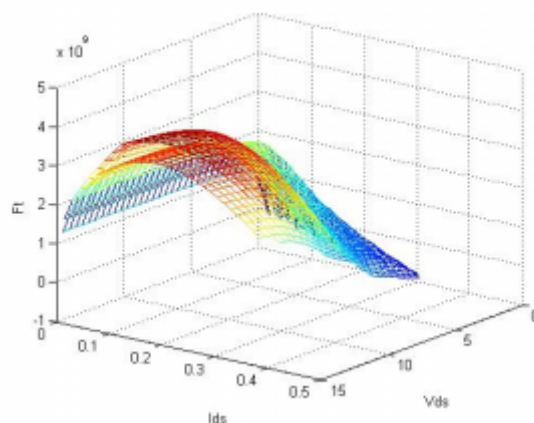
```
SELECT ALL Vds FROM Hodnoty WHERE t_sample = 40
SELECT ALL Ids FROM Hodnoty WHERE t_sample = 40
```

```
SELECT ALL Ft FROM Hodnoty WHERE t_sample = 40
SELECT ALL Fmax FROM Hodnoty WHERE t_sample = 40
```

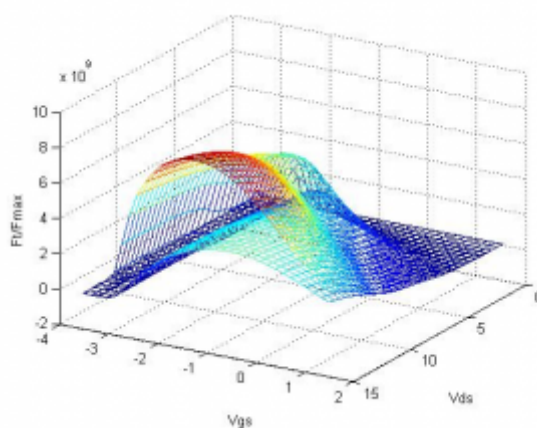
Grafické výstupy sa nachádzajú na Obr.8, Obr.9, Obr.10, Obr.11.



Obr. 8. Závislosť F_{MAX} od V_{DS} a I_{DS} pri teplotách vzorky $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $80\text{ }^{\circ}\text{C}$



Obr. 9. Závislosť F_T od V_{DS} a I_{DS} pri teplotách vzorky $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $80\text{ }^{\circ}\text{C}$



Obr. 10. Závislosť F_T a F_{MAX} od V_{GS} a V_{DS}

Prehľad vzťahov pre veličiny vypočítavané pomocou S-parametrov:

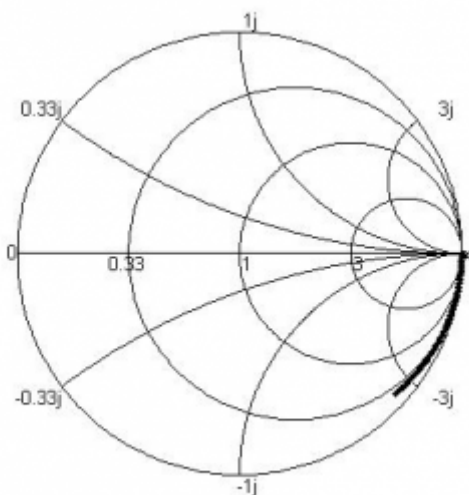
$$MSG = \left| \frac{S_{21}}{S_{12}} \right|$$

$$H_{21} = \frac{-2S_{21}}{(1-S_{11})(1+S_{22})+S_{12}S_{21}}$$

$$U = \frac{\frac{1}{2} \left| \left(\frac{S_{21}}{S_{12}} \right) - 1 \right|^2}{K \left| \frac{S_{21}}{S_{12}} \right| - \operatorname{Re} \left(\frac{S_{21}}{S_{12}} \right)}$$

$$MAG = \frac{|S_{21}|^2}{(1-|S_{11}|^2)(1-|S_{22}|^2)}$$

$$K = \frac{1+|S_{11}S_{22}-S_{12}S_{21}|^2-|S_{11}|^2-|S_{22}|^2}{2|S_{12}S_{21}|}$$



Obr.11. Smithov diagram pre hodnoty parametra S_{11}

6. Záver

V práci bol vytvorený databázový systém pre uchovávanie a prístup k výsledkom mikrovlnných meraní HEMT tranzistora. Vstupné dáta v podobe textových súborov formátu Touchstone boli spracované a utriedené prostredníctvom programu v jazyku C. Bola vytvorená MySQL databáza, kde boli tieto údaje uložené. Bol vytvorený datasource na danú databázu, ktorý slúži spolu s príkazmi v jazyku SQL na prístup k uchovávaným údajom z prostredia programu Matlab. Taktiež boli vypracované aj zobrazovacie metódy pre závislosti jednotlivých veličín od zadaných parametrov. Výsledkom týchto metód sú 3D grafy a pre S-parametre je to Smithov diagram, ktoré sú vytvorené v prostredí Matlabu.

Použitá literatúra

1. HEMT tranzistor
http://en.wikipedia.org/wiki/High_electron_mobility_transistor
2. MySQL - databázový softvér
<http://dev.mysql.com/downloads/>
3. smith.m - Smithov diagram v prostredí Matlab
<http://www.mathworks.com/matlabcentral/fileexchange/20960-the-smith-chart-circles-to-olbox>
4. Touchstone format
<http://cp.literature.agilent.com/litweb/pdf/ads2004a/cktsim/ck04a8.html>

Spoluautorom článku je doc. Ing. Martin Tomáška, PhD., Fakulta elektrotechniky a informatiky, Slovenská technická univerzita, 812 19 Bratislava, Slovenská republika

Práca bola prezentovaná na Študentskej vedeckej a odbornej činnosti (ŠVOČ 2011) v sekcii Mikroelektronické systémy a získala cenu IEEE, ISBN 978-80-227-3508-7
